



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001237764 A**

(43) Date of publication of application: **31.08.01**

(51) Int. Cl. **H04B 7/26**
H04L 12/28
H04L 12/44
H04L 12/56

(21) Application number: 2000047791

(22) Date of filing: 24.02.00

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>**

(72) Inventor: UCHIDA HIROMASA
KUBOTA SHUJI
OTSU TORU
KUDO EISUKE
NAKATSUGAWA SEIJI
SHIBUYA AKINORI
OGAWA TOMOAKI
NAKAYAMA MASAYOSHI

(54) MULTI-HOP RADIO NETWORK AND RADIO STATION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow each radio station to autonomously construct a start type multi-hop radio network by finding the optimal destination of connection (high order connection destination radio station).

SOLUTION: The number of hop information obtaining means for each radio station obtains the number of hop information from a connectable radio station, and when direct connection to a base station is available, a high order connection destination radio station selecting means selects the base station as a high order connection destination radio station. In other cases, selects one connectable radio station whose number of hops obtained from the number of hop information can be made the minimum as the high order connection destination radio station from among the connectable radio stations. Then, a signal transferring means transfers a transmission signal or a signal received from a slave radio station to

the high order connection destination radio station, or when direct connection to the base station is available, transfers the signal to the base station.

COPYRIGHT: (C)2001.JPO

本発明の知能目によってマルチキャスト接続ネットワークが形成される画例の一例



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-237764
(P2001-237764A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	A 5 K 0 3 0
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/00	3 1 0 B 5 K 0 3 3
12/44			3 4 0 5 K 0 6 7
12/56		11/20	1 0 2 D 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2000-47791(P2000-47791)

(22) 出願日 平成12年2月24日 (2000.2.24)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 内田 大誠

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 久保田 周治

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

最終頁に続く

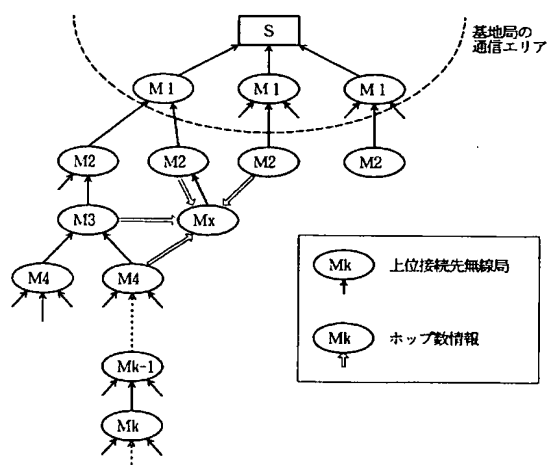
(54) 【発明の名称】 マルチホップ無線ネットワークおよび無線局

(57) 【要約】

【課題】 スター型マルチホップ無線ネットワークの構築に際して、各無線局が最適な接続先（上位接続先無線局）を見つけることにより各無線局が自律的に構築する。

【解決手段】 各無線局のホップ数情報取得手段が接続可能無線局からホップ数情報を取得し、上位接続先無線局選定手段が基地局に直接接続できる場合には基地局を上位接続先無線局として選定し、基地局に直接接続できない場合には接続可能無線局の中から、ホップ数情報により得られるホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定し、信号転送手段が送信信号または子無線局から受信した信号を上位接続先無線局へ、または基地局に直接接続できる場合は基地局へ転送する。

本発明の無線局によってマルチホップ無線ネットワークが構成される過程の一例



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基地局と複数の無線局から構成され、各無線局が中継機能を持ち、基地局の通信エリア外に存在する無線局が所定の無線局を中継して基地局と通信するマルチホップ無線ネットワークにおいて、

前記各無線局は、直接接続できる他の無線局（以下「接続可能無線局」という）から、前記基地局までの中継無線局数（以下「ホップ数」という）に関するホップ数情報を取得するホップ数情報取得手段と、

前記基地局に直接接続できる場合には基地局を上位接続先無線局として選定し、前記基地局に直接接続できない場合には前記接続可能無線局の中から、前記ホップ数情報により得られるホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定する上位接続先無線局選定手段と、

送信信号または自無線局を上位接続先無線局と選定した下位の無線局（以下「子無線局」という）から受信した信号を前記上位接続先無線局へ、または前記基地局に直接接続できる場合は基地局へ転送する信号転送手段とを備え、前記各無線局が自律的に前記上位接続先無線局を選定し、前記基地局までの中継路を設定する構成であることを特徴とするマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項2】 前記基地局と直接接続できる無線局のホップ数情報取得手段は、自無線局のホップ数を1と認識し、それ以外の無線局のホップ数情報取得手段は、前記上位接続先無線局選定手段が選定した上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数として認識し、前記基地局側から前記中継路に沿って各無線局のホップ数を順に加算する構成であることを特徴とする請求項1に記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項3】 前記無線局のホップ数情報取得手段は、前記ホップ数情報として自無線局のホップ数を含む報知メッセージを常時、同報的に送信するとともに、この報知メッセージを受信して前記接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項4】 前記無線局のホップ数情報取得手段は、前記ホップ数情報として自無線局のホップ数に基づいた送信タイミングで報知メッセージを同報的に送信するとともに、この報知メッセージの受信タイミングによって前記接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項5】 前記無線局のホップ数情報取得手段は、前記接続可能無線局にそのホップ数情報を通知するように要求する信号を送信し、この要求信号を受信した接続可能無線局が自無線局のホップ数情報を応答する信号を要求した接続可能無線局へ送信し、この応答信号を受信した無線局が接続可能無線局のホップ数情報を取得する

構成であることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項6】 ネットワークに新たに参入する無線局のホップ数情報取得手段は、前記接続可能無線局からの前記報知メッセージを受信してそのホップ数情報を取得するか、前記接続可能無線局からの前記報知メッセージの受信タイミングによってそのホップ数情報を取得するか、前記接続可能無線局に要求信号を送信しそれに応じた応答信号を受信してそのホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項7】 前記無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、所定のタイミングで前記接続可能無線局の中から前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を選定し、その接続可能無線局と現在の上位接続先無線局が不一致の場合にはその接続可能無線局を新たな上位接続先無線局として選定する構成であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項8】 前記無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、前記上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、改めて前記接続可能無線局の中から前記子無線局を除いて前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定する構成であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項9】 前記無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、前記上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、その旨を接続不可信号により前記子無線局に報知し、報知後に改めて前記接続可能無線局の中から前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定し、また前記上位接続先無線局から前記接続不可信号を受信した無線局は、同様に子無線局へ接続不可信号を報知するとともに新たな上位接続先無線局を選定する構成であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワーク。

【請求項10】 基地局と複数の無線局から構成され、各無線局が中継機能を持ち、基地局の通信エリア外に存在する無線局が所定の無線局を中継して基地局と通信するマルチホップ無線ネットワークの無線局において、前記接続可能無線局から前記ホップ数に関するホップ数情報を取得するホップ数情報取得手段と、前記基地局に直接接続できる場合には基地局を上位接続先無線局として選定し、前記基地局に直接接続できない場合には前記接続可能無線局の中から、前記ホップ数情報により得られるホップ数が最小となる1つの接続可能

無線局を上位接続先無線局として選定する上位接続先無線局選定手段と、

送信信号または前記子無線局から受信した信号を前記上位接続先無線局へ、または前記基地局に直接接続できる場合は基地局へ転送する信号転送手段とを備えたことを特徴とするマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項11】 前記基地局と直接接続できる無線局のホップ数情報取得手段は、自無線局のホップ数を1と認識し、それ以外の無線局のホップ数情報取得手段は、前記上位接続先無線局選定手段が選定した上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数と認識する構成であることを特徴とする請求項10に記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項12】 前記ホップ数情報取得手段は、前記ホップ数情報として自無線局のホップ数を含む報知メッセージを常時、同報的に送信するとともに、この報知メッセージを受信して前記接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項13】 前記ホップ数情報取得手段は、前記ホップ数情報として自無線局のホップ数に基づいた送信タイミングで報知メッセージを同報的に送信するとともに、この報知メッセージの受信タイミングによって前記接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項14】 前記ホップ数情報取得手段は、前記接続可能無線局にそのホップ数情報を通知するように要求する信号を送信し、この要求信号を受信した接続可能無線局が自無線局のホップ数情報を応答する信号を要求した接続可能無線局へ送信し、この応答信号を受信した無線局が接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項15】 ネットワークに新たに参入する無線局のホップ数情報取得手段は、前記接続可能無線局からの前記報知メッセージを受信してそのホップ数情報を取得するか、前記接続可能無線局からの前記報知メッセージの受信タイミングによってそのホップ数情報を取得するか、前記接続可能無線局に要求信号を送信しそれに応じた応答信号を受信してそのホップ数情報を取得する構成であることを特徴とする請求項12～14のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項16】 前記ホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、所定のタイミングで前記接続可能無線局の中から前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を選定し、その接続可能無線局と現在の上位接続先無線局が不一致の場合にはその接続可能無線局を新た

な上位接続先無線局として選定する構成であることを特徴とする請求項10～15のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項17】 前記ホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、前記上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、改めて前記接続可能無線局の中から前記子無線局を除いて前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定する構成であることを特徴とする請求項10～15のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【請求項18】 前記ホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、前記上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、その旨を接続不可信号により前記子無線局に報知し、報知後に改めて前記接続可能無線局の中から前記ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定し、また前記上位接続先無線局から前記接続不可信号を受信した無線局は、同様に子無線局へ接続不可信号を報知するとともに新たな上位接続先無線局を選定する構成であることを特徴とする請求項10～15のいずれかに記載のマルチホップ無線ネットワークの無線局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信や無線LANのような複数の無線局が同一の基地局にアクセスするスター型無線ネットワークの中で、各無線局が中継機能をもつことにより、基地局の通信エリア外に存在する無線局からも各無線局を中継して基地局にアクセスすることができるマルチホップ無線ネットワークに関する。

【0002】特に、各無線局から基地局までの中継路を自律的に構築するマルチホップ無線ネットワークおよび無線局に関する。

【0003】

【従来の技術】PDCやPHSなどの移動体通信では、各無線局は通信網にアクセスするために、通信網に直接接続されている基地局に一旦アクセスする。これらのシステムは、複数の無線局が同一の基地局にアクセスするスター型無線ネットワークの構成をとり、各基地局の通信エリアがそのまま当該システムの通信サービス提供可能エリアになる。

【0004】ここで、PDCの場合は、基地局の通信エリアが半径数kmに及ぶため、少ない基地局で広範囲に通信サービスを提供できるが、PHSの場合は、基地局の通信エリアが数百mにとどまるため、広範囲の通信サービスを提供するためには数多くの基地局を配置する必要がある。また、今後は伝送速度の高速化の要求が高まるに伴い、移動体通信でも無線LANなどのような高周

波数帯を使用する基地局の利用が考えられ、PHSの基地局よりもさらに送受信エリアが狭くなる可能性がある。

【0005】このように基地局の通信エリアが小さなシステムでは、サービス提供エリアを広げる一つの手法として、無線局間でマルチホップ無線ネットワークを構成する方法がある。マルチホップ無線ネットワークとは、各無線局が中継機能を持ち、互いに直接通信ができない無線局間をその間に存在する複数の無線局が信号を中継することにより、その無線局間同士が通信できるネットワーク形態である。

【0006】このマルチホップ無線ネットワークを上記のスター型無線ネットワークに適用した場合、例えばある基地局の通信エリア外にいる無線局（以下「エリア外無線局」という）から送信された信号を中継機能をもった近くの無線局（以下「中継無線局」という）が受信すると、この中継無線局は受信した信号をより基地局に近い（以下「上位」という）中継無線局に転送し、この中継無線局は受信した信号をさらに上位の中継無線局に転送し、以下順次上位の中継無線局を介して基地局まで転送する。これにより、エリア外無線局から送信された信号を基地局が受信することができる。また、基地局から送信される信号も上記とまったく逆の経路を辿ってエリア外無線局が受信することができる。

【0007】したがって、各無線局間でマルチホップ無線ネットワークを構成することにより、基地局の通信エリア外にいる無線局が基地局と通信を行うことが可能となる。これにより、無線LANのような基地局の通信エリアが狭いシステムであっても、無線局間で自律的に基地局のサービス提供エリアを広げることが可能となる。

【0008】一般のマルチホップ無線ネットワークでは、任意の無線局からの信号を送信先の無線局まで届けるために、送信元無線局と送信先無線局との間で中継路が確立されている必要がある。しかし、上記のスター型無線ネットワークでは、各無線局から送信された信号の送信先は必ず基地局であることから、各無線局が基地局までの中継路を確立していればよい。すなわち、各無線局が確立する中継路が1つだけであることから、各無線局が信号を中継転送する上位接続先無線局（中継無線局、基地局）を1つ定めれば十分である。言い換えると、各無線局が上位接続先無線局を一意に定めれば、任意の無線局からの信号は各無線局が上位接続先無線局に転送することにより、基地局まで転送されることになる。

【0009】したがって、マルチホップ無線ネットワークを上記のスター型無線ネットワークに適用するためには、基地局—無線局間で基地局を最上位局とし、かつ各無線局が上位接続先無線局を一意に定めるような構造（以下「スター型マルチホップ無線ネットワーク」という）を構築すればよい。ここで、基地局を最上位局とす

るスター型マルチホップ無線ネットワークの構成例を図1に示す。図において、Sは基地局、Mは無線局であり、矢印は上位接続先無線局を示す。

【0010】従来のスター型マルチホップ無線ネットワークの構築法としては、最上位局による集中制御的なものがある。これは、各無線局が自局から接続できる他の無線局のすべてを最上位局に通知し、最上位局が実現可能なすべてのスター型マルチホップ無線ネットワーク構成を把握し、その中から最適なスター型マルチホップ無線ネットワーク構成を選択し、各無線局へ接続先を指示する構築法である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このような集中制御的な構築法は、ある無線局が故障や移動などの原因により中継機能を担えなくなったときに再構築が必要になる。これには、故障や移動した無線局が中継機能を担えなくなった旨を最上位局が把握するために、まずその無線局と接続していた無線局が次々に最上位局までその旨を通知し、最上位局はこの通知を受けて改めてスター型マルチホップ無線ネットワークの再構築に伴う各無線局の最適な接続先無線局を定め、全無線局にそれを報知しなければならない。また、新たに無線局が加わる場合も同様の動作が必要になる。

【0012】したがって、集中制御的な構築法では、ある無線局が故障や移動などの原因により中継できなくなった場合や、新たに無線局が加わった場合には、スター型マルチホップ無線ネットワークの再構築に要する時間が長くなり、即時にネットワーク構成の変更ができない問題があった。また、変更のための変更通知トラヒックや報知トラヒックなどの制御用トラヒックが増大する問題があった。

【0013】本発明は、スター型マルチホップ無線ネットワークの構築を最上位局（基地局）がすべて制御するのではなく、各無線局が最適な接続先の無線局を見つけることにより各無線局が自律的に構築することができるマルチホップ無線ネットワークおよび無線局を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1、2に記載の発明は、マルチホップ無線ネットワークの構築法を示す。すなわち、各無線局のホップ数情報取得手段が接続可能無線局からホップ数情報を取得し、上位接続先無線局選定手段が基地局に直接接続できる場合には基地局を上位接続先無線局として選定し、基地局に直接接続できない場合には接続可能無線局の中から、ホップ数情報により得られるホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定し、信号転送手段が送信信号または子無線局から受信した信号を上位接続先無線局へ、または基地局に直接接続できる場合は基地局へ転送することにより、各無線局がマルチホップ無線ネットワ

ークを自律的に構築することができる。

【0015】なお、これは各無線局が自無線局のホップ数を予め認識していることを前提としているが、それが未定の場合には基地局に近い方から順に決めていく。すなわち、基地局と直接接続できる無線局のホップ数情報取得手段が自無線局のホップ数を1と設定し、それ以外の無線局のホップ数情報取得手段は上位接続先無線局選定手段が選定した上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数として設定することにより、マルチホップ無線ネットワークを構成する各無線局のホップ数が基地局に近い方から順に決まる。そして、各無線局で1つの上位接続先無線局をそれぞれ選定することにより、各無線局がマルチホップ無線ネットワークを自律的に構築することができる。

【0016】請求項3～5に記載の発明は、無線局のホップ数情報取得手段の構成を示す。すなわち、請求項3の無線局のホップ数情報取得手段は、ホップ数情報として自無線局のホップ数を含む報知メッセージを常時、同報的に送信するとともに、この報知メッセージを受信して接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成である。

【0017】請求項4の無線局のホップ数情報取得手段は、ホップ数情報として自無線局のホップ数に基づいた送信タイミングで報知メッセージを同報的に送信するとともに、この報知メッセージの受信タイミングによって接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成である。

【0018】請求項5の無線局のホップ数情報取得手段は、接続可能無線局にそのホップ数情報を通知するように要求する信号を送信し、この要求信号を受信した接続可能無線局が自無線局のホップ数情報を応答する信号を要求した接続可能無線局へ送信し、この応答信号を受信した無線局が接続可能無線局のホップ数情報を取得する構成である。

【0019】上記いずれの構成によっても、ホップ数情報取得手段は接続可能無線局からそのホップ数情報を取得することができ、その中からホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定すれば、マルチホップ無線ネットワークが自律的に構築される。

【0020】請求項6に記載の発明は、新規の無線局がマルチホップ無線ネットワークに参入する場合の構成を示す。その無線局のホップ数情報取得手段は、接続可能無線局からの報知メッセージを受信してそのホップ数情報を取得するか、接続可能無線局からの報知メッセージの受信タイミングによってそのホップ数情報を取得するか、接続可能無線局に要求信号を送信しそれに応じた応答信号を受信してそのホップ数情報を取得することにより、ホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定でき、マルチホップ無線ネットワークに加わることができる。

10

20

30

40

50

【0021】請求項7～9に記載の発明は、マルチホップ無線ネットワークを再構築する場合の構成を示す。すなわち、請求項7の無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、所定のタイミングで接続可能無線局の中からホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を選定し、その接続可能無線局と現在の上位接続先無線局が不一致の場合にはその接続可能無線局を新たな上位接続先無線局として選定する構成である。

【0022】請求項8の無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、改めて接続可能無線局の中から子無線局を除いてホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定する構成である。

【0023】請求項9の無線局のホップ数情報取得手段および上位接続先無線局選定手段は、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、上位接続先無線局と接続ができなくなった場合には、その旨を接続不可信号により子無線局に報知し、報知後に改めて接続可能無線局の中からホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定し、また上位接続先無線局から接続不可信号を受信した無線局は、同様に子無線局へ接続不可信号を報知するとともに新たな上位接続先無線局を選定する構成である。

【0024】請求項10～18に記載の発明は、請求項1～9に記載のマルチホップ無線ネットワークに対応する無線局の構成を示す。

【0025】

【発明の実施の形態】（請求項1，2，10，11に記載の発明の実施形態）図2は、本発明のマルチホップ無線ネットワークを構成する無線局の実施形態を示す。図において、無線局は、接続可能無線局からホップ数情報を取得するホップ数情報取得手段11と、このホップ数情報に応じて接続可能無線局の中から中継先となる上位接続先無線局を選定する上位接続先無線局選定手段12と、送信信号または子無線局から受信した信号を上位接続先無線局または基地局へ転送する信号転送手段13とを備える。

【0026】図3は、上位接続先無線局選定手段12の基本的な処理手順を示す。まず、無線局が基地局に直接接続できる場合には、基地局を上位接続先無線局として選定する（a1）。次に、基地局に直接接続できない場合には、ホップ数情報取得手段11が取得した接続可能無線局のホップ数情報を入力し（a2）、各接続可能無線局のホップ数情報を比較してその中からホップ数が最小となる1つの接続可能無線局を上位接続先無線局として選定する（a3）。ここで選定された上位接続先無線局は信号転送手段13に通知され、子無線局から受信し

た信号の転送先となる。

【0027】また、上位接続先無線局が選定されると（a3）、そのホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数として認識し、そのホップ数情報を接続可能無線局のホップ数情報取得手段11に通知する（a4）。ホップ数情報取得手段11は、以下に説明する方法により接続可能無線局に対してそのホップ数情報を通知する。なお、基地局と直接接続できる無線局のホップ数情報取得手段11は、自無線局のホップ数を1と認識し、それ以外の無線局のホップ数情報取得手段11は、上位接続先無線局選定手段12が選定した上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数として認識する。また、基地局を1つの無線局として扱い、基地局のホップ数を0と定義してもよい。

【0028】図4は、本発明の無線局によってマルチホップ無線ネットワークが構成される過程の一例を示す。図において、基地局Sに直接接続できる無線局M1のホップ数情報取得手段11にはホップ数1が設定される。次に、この無線局M1が決まると、これを接続可能無線局とする無線局がそれぞれ上位接続先無線局として1つ

の無線局M1を選定することにより、各無線局M1に対してツリー状にホップ数2となる無線局M2が決定する。以下同様に、無線局M3、M4、…、Mkが順次決まっていく。ここで、Mkは、ホップ数がkである無線局を示す。

【0029】いま、無線局Mxがネットワーク内に新たに参入してきたとする。無線局Mxは、接続可能無線局である無線局M2、M3、M4の中からホップ数が最小となる1つの無線局M2を選択し、これを上位接続先無線局として選定する。これにより、無線局Mxのホップ数は3となり、上位接続先無線局として1つの無線局M2に接続されることになる。このようにして、各無線局がそれぞれ上位接続先無線局を1局だけ定める。これにより、各無線局が上位接続先無線局に接続され、基地局と各無線局間に基地局を最上位局とするマルチホップ無線ネットワークが形成される。

【0030】図5は、信号転送手段13の基本的な処理手順を示す。図5(a)は、送信元無線局における信号転送手段13の処理手順である。送信元無線局における信号転送手段13は、基地局宛ての送信信号が発生すると（b1）、その送信信号を上位接続先無線局へ送信する（b2）。図5(b)は、中継無線局における信号転送手段13の処理手順である。中継無線局における信号転送手段13は、子無線局から信号を受信すると（c1）、受信した信号を上位接続先無線局へ送信する（c2）。

【0031】このような無線局の信号転送手段13の動作により、基地局の通信エリア外に存在している無線局から送信された信号も基地局まで転送することができる。この信号転送の様子を図6に示す。

【0032】図6において、基地局Sの通信エリア外に

存在している無線局Mkが基地局宛てに信号を送信する場合には、まず上位接続先無線局である無線局Mk-1に信号を送信する。この信号を受信した無線局Mk-1は、同様に上位接続先無線局である無線局Mk-2に受信信号を転送する。以下、各無線局はそれぞれ上位接続先無線局へ受信信号を転送し、最終的に無線局M1が基地局Sに受信信号を転送する。基地局Sから無線局Mkへ信号を送信する場合には、この経路を逆に辿っていくことにより転送が可能である。

10 【0033】以上の手順により、各無線局は上位接続先無線局を選定し、基地局を最上位局とするマルチホップ無線ネットワークを自律的に構築することができる。また、各無線局は、接続可能無線局の中から最小ホップ数の無線局を上位接続先無線局に選定しているの、ホップ数が最小となるマルチホップ無線ネットワークが自動的に構築される。また、各無線局が子無線局から受信した信号を上位接続先無線局へ転送することにより、基地局の通信エリア外に存在する無線局から送信した信号を1または複数の中継無線局を介して基地局まで転送する

20 中継路を自動的に確立することができる。

【0034】（請求項3，12に記載の発明の実施形態）本実施形態は、各無線局のホップ数情報取得手段11が、自無線局のホップ数を組み込んだ報知メッセージ（以下「ホップ数メッセージ」という）を同報的に送信し、またこのホップ数メッセージを受信して接続可能無線局のホップ数取得するものである。なお、基地局も同様にホップ数メッセージを同報的に送信する場合には、基地局のホップ数を0と定義する。ホップ数メッセージ用のキャリアは、本ネットワーク内では予め定めら

30 れているものとする。

【0035】図7は、無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第1の実施形態を示す。図において、各無線局のホップ数情報取得手段11が接続可能無線局のホップ数取得しようとする際には、まずホップ数メッセージのサーチ時間tを設定し（d1）、初期状態を示すフラグ0を設定する（d2）。

40 【0036】次に、サーチ時間tを経過したか否かを監視しながら（d3）、ホップ数メッセージ用キャリアをサーチし（d4）、受信レベルが閾値L以上の信号が受信されたか否かを判断する（d5）。受信レベルが閾値L以上の信号が受信された場合には、この信号を復調してホップ数メッセージであるか否かを判断する（d6）。なお、この閾値Lは、自無線局がこの信号を送信する無線局と接続できるか否かを判断する判断基準であり、具体的には接続可能無線局を選択する最低受信レベルである。一方、受信レベルが閾値L未満の場合には、ホップ数メッセージ用キャリアのサーチ（d3，d4）に戻る。

50 【0037】受信信号がホップ数メッセージである場合

には、それからホップ数と送信元無線局IDを読み取り、接続可能無線局のホップ数を取得する(d7)。一方、受信信号がホップ数メッセージでない場合には、再びホップ数メッセージ用キャリアのサーチ(d3, d4)に戻る。次に、取得した接続可能無線局のホップ数が最初であるか否かについて、フラグ0であるか否かを判断する(d8)。最初はフラグ0であるので、取得した接続可能無線局のホップ数を記憶し(d9)、フラグ1に設定(d10)して再びホップ数メッセージ用キャリアのサーチ(d3, d4)に戻る。

【0038】次のホップ数メッセージが受信された場合には、フラグ1によりd8でNoとなり、既に記憶している接続可能無線局のホップ数と比較する(d11)。新たに取得した接続可能無線局のホップ数が記憶しているホップ数より小さい場合には、記憶していた接続可能無線局のホップ数を消去し、新たに取得した接続可能無線局のホップ数を記憶する(d12)。一方、新たに取得した接続可能無線局のホップ数が記憶しているホップ数より大きい等しい場合には、記憶している接続可能無線局のホップ数をそのままにして再びホップ数メッセージ用キャリアのサーチ(d3, d4)に戻る。なお、新たに取得した接続可能無線局のホップ数が記憶しているホップ数と等しい場合には、新たに取得した接続可能無線局のホップ数に入れ替えてもよいし、受信レベルを比較して大きい方を選択して記憶するようにしてもよい。これにより、取得した接続可能無線局のホップ数の中で常に最小のものが記憶されることになる。

【0039】また、サーチ中は、サーチ開始からサーチ時間tを越えたか否かを常に監視しているが(d3)、サーチ時間tを経過していない場合にはホップ数メッセージ用キャリアのサーチを継続する(d4)。一方、サーチ時間tを経過した場合には、ホップ数メッセージ用キャリアのサーチを終了とし、現時点で記憶している接続可能無線局のホップ数が最小であると判断する(d13)。

【0040】以上の処理により、各無線局は接続可能無線局のホップ数メッセージから取得したホップ数により、最小ホップ数の無線局を認識することができる。そして、この無線局を上位接続先無線局と選定する(図3のa3)。接続可能無線局の中から1つの上位接続先無線局を選定できた無線局では、上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数とし、そのホップ数を組み込んだホップ数メッセージを同報的に送信する(図3のa4)。

【0041】(請求項4, 13に記載の発明の実施形態)本実施形態は、各無線局のホップ数情報取得手段11が、自無線局のホップ数に基づいた送信タイミングで報知メッセージ(以下「ホップ数タイミングメッセージ」という)を同報的に送信し、このホップ数タイミングメッセージの受信タイミングにより接続可能無線局の

ホップ数を認識するものである。なお、基地局も同様に所定の送信タイミングでホップ数タイミングメッセージを同報的に送信する場合には、基地局のホップ数を0と定義し、それに応じた送信タイミングが設定される。ホップ数タイミングメッセージ用のキャリアは、本ネットワーク内では予め定められているものとする。

【0042】図8は、基地局および各無線局がホップ数タイミングメッセージを送信するタイミングの一例を示す。図において、時間軸は、基地局および各無線局がホップ数タイミングメッセージを送信する報知時間帯Lと、基地局および各無線局が一切ホップ数タイミングメッセージを送信しない報知時間間隔Dに分けられ、これを報知周期Tで繰り返す。ただし、報知時間間隔Dは報知時間帯Lよりも大きくとる必要がある。

【0043】報知時間帯Lは、ホップ数が同じ無線局がホップ数タイミングメッセージを送信する各層報知時間帯に区分されている。例えば、最初の各層報知時間帯は、基地局だけがホップ数タイミングメッセージP0を送信でき、次の各層報知時間帯はホップ数1の無線局だけがホップ数タイミングメッセージP1を送信でき、以下同様に各層報知時間帯ごとにそれぞれホップ数2, 3, …の無線局だけがホップ数タイミングメッセージP2, P3, …を送信できるものとする。基地局および各無線局は、それぞれのホップ数に対応する各層報知時間帯で報知周期Tごとにホップ数タイミングメッセージを送信する。

【0044】図9は、無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第2の実施形態を示す。図において、各無線局のホップ数情報取得手段11が接続可能無線局のホップ数を取得しようとする際には、初期状態を示すフラグ0を設定し(f1)、ホップ数タイミングメッセージの受信確認回数Nを設定する(f2)。

【0045】次に、ホップ数タイミングメッセージ用キャリアをサーチし(f3)、受信レベルが閾値L以上の信号が受信されたか否かを判断する(f4)。受信レベルが閾値L以上の信号が受信された場合には、この信号を復調してホップ数タイミングメッセージであるか否かを判断する(f5)。なお、この閾値Lは、自無線局がこの信号を送信する無線局と接続できるか否かを判断する判断基準であり、具体的には接続可能無線局を選択する最低受信レベルである。一方、受信レベルが閾値L未満の場合、あるいは受信信号がホップ数タイミングメッセージでない場合には、ホップ数タイミングメッセージ用キャリアのサーチ(f3)に戻る。

【0046】受信信号がホップ数タイミングメッセージである場合には、フラグ0であるか否かを判断する(f6)。最初はフラグ0であるので、ホップ数タイミングメッセージを最初に受信した時刻T₀として現時刻を設定し(f7)、受信したホップ数タイミングメッセージ

から送信元無線局IDを取得して記憶する(f 8)。次に、フラグ1に設定し(f 9)、さらに受信したホップ数タイミングメッセージが報知時間帯Lの中で最初に受信され、かつホップ数タイミングメッセージが初めて受信されたことを示す $n=1$ に設定し(f 10)、再びホップ数タイミングメッセージ用キャリアのサーチ(f 3)に戻る。

【0047】次のホップ数タイミングメッセージが受信された場合には、フラグ1によりf 6でNoとなり、先に受信したホップ数タイミングメッセージの受信時刻 T_o からの経過時間が、報知時間帯L以上であるか否かを判断する(f 11)。この経過時間がL以上でなければ(f 11でNo)、受信したホップ数タイミングメッセージが報知時間帯Lの中で最初に受信したものでないと判断し、その受信を無視して再びホップ数タイミングメッセージ用キャリアのサーチ(f 3)に戻る。一方、先の受信時刻 T_o からの経過時間がL以上であれば(f 11でYes)、受信したホップ数タイミングメッセージが報知時間帯Lの中で最初の受信であると判断し、以下の処理を行う。

【0048】まず、時刻 T_o を現在時刻に再設定し(f 12)、受信したホップ数タイミングメッセージから送信元無線局IDを取得し(f 13)、この送信元無線局IDと記憶されている送信元無線局IDが一致しているか否かを判断する(f 14)。両者が一致していた場合には、受信したホップ数タイミングメッセージは報知時間帯Lの中で最初に受信されたものであり、さらに前回のホップ数タイミングメッセージが今回の報知周期でも再度受信されたことになるので、 n に1を加え(f 15)、 n が確認回数Nに達したか否かを判断する(f 16)。 n が確認回数Nに達していなければ、再びホップ数タイミングメッセージ用キャリアのサーチ(f 3)に戻る。一方、 n が確認回数Nに達していれば、受信したホップ数タイミングメッセージが報知時間帯Lの中で最初に受信されたものであることが確定し、記憶している送信元無線局IDが接続可能無線局の中で最小ホップ数の無線局であることを認識する(f 17)。

【0049】また、送信元無線局IDと記憶されている送信元無線局IDが不一致の場合には(f 14でNo)、受信したホップ数タイミングメッセージが前回のものと異なり、前の報知時間帯Lの中で最初に受信されたホップ数タイミングメッセージと異なるタイミングで受信されたものと認識できる。したがって、記憶していた送信元無線局IDを消去し、いま受信したホップ数タイミングメッセージから読み取った送信元無線局IDを新たに記憶する(f 18)。その後、 $n=1$ に初期設定し(f 19)、再びホップ数タイミングメッセージ用キャリアのサーチ(f 3)に戻る。

【0050】図10は、第2の実施形態の具体的な動作例を示す。図において、最初の報知周期 T_a では、ホッ

プ数3、4に対応するタイミングでホップ数タイミングメッセージP3、P4を連続して受信するが、P3は報知時間帯Lの中で最初に受信したものであり、その接続可能無線局を最小ホップ数の無線局として記憶する(f 8)。そして、続けて受信されるP4は、P3の受信時刻 T_o から報知時間帯L以内であるので無視される(f 11でNo)。

【0051】次に、P3の受信時刻 T_o から報知時間帯L以上で受信されるホップ数タイミングメッセージを監視する。すなわち、次の報知周期 T_b でホップ数タイミングメッセージが受信されるか否かを監視し、ここではホップ数2に対応するホップ数タイミングメッセージP2が受信されるので、その接続可能無線局を最小ホップ数の無線局として記憶する(f 11でYes、f 18)。報知周期 T_b におけるP3、P4は無視される(f 11でNo)。

【0052】次に、P2の受信時刻 T_o から報知時間帯L以上で受信されるホップ数タイミングメッセージを監視する。すなわち、次の報知周期 T_c で、ホップ数タイミングメッセージが受信されるか否かを監視し、ここではP2が再度受信される(f 11でYes、f 14でYes)。このP2が同様にN回受信されたときに、P2を送信した接続可能無線局を最小ホップ数の無線局として確定する(f 17)。

【0053】以上の処理により、各無線局はホップ数タイミングメッセージの受信タイミングを監視し、接続可能無線局の中から報知時間帯Lの中で最初に送信した無線局、すなわちホップ数が最小の無線局を認識することができる。また、確認回数を設けることにより、報知時間帯の中で最初にホップ数タイミングメッセージを送信した無線局を複数回に渡って確認することができる。そして、この無線局を上位接続先無線局と選定する(図3のa3)。

【0054】接続可能無線局の中から1つの上位接続先無線局を選定できた無線局では、上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数とし、そのホップ数に対応する送信タイミングでホップ数タイミングメッセージを同報的に送信する(図3のa4)。この具体的な処理手順について図11を参照して説明する。

【0055】図11において、各無線局が上位接続先無線局を選定すると(g1)、基準時間Oを基に、上位接続先無線局が何番目の各層報知時間帯でホップ数タイミングメッセージを送信しているか判断する(g2)。この判断は、各無線局が各層報知時間帯の時間長を予め認識していれば、上位接続先無線局からのホップ数タイミングメッセージを受信した時間が基準時間Oから測ってその時間長の何倍であるかを計算することにより可能である。上位接続先無線局がホップ数タイミングメッセージを送信している各層報知時間帯が分かれば、その次の

各層報知時間帯で自無線局のホップ数タイミングメッセージを送信する（g 3）。

【0056】なお、同じ各層報知時間帯でホップ数タイミングメッセージを送信する無線局が複数ある場合には、キャリアセンスなどにより他の無線局から送信されていないタイミングで自無線局のホップ数タイミングメッセージを送信する。これにより、各無線局は、そのホップ数に対応する送信タイミング（各層報知時間帯）でホップ数タイミングメッセージを送信し、接続可能無線局に対してホップ数に相当する情報を通知することができる。

【0057】本実施形態は、各無線局が報知メッセージの送信タイミングを調整するだけで、各無線局が接続可能無線局の中から最小ホップ数の無線局を認識することができる。したがって、報知メッセージの中にホップ数を組み込むことができない場合でも、各無線局が報知メッセージの基準時間Oを認識できる通信システムであれば適用することができる。例えば、PHSなどのように、予め既存の報知メッセージによって各無線局の同期がとれているような通信システムに適用できる。

【0058】（請求項5，14に記載の発明の実施形態）本実施形態は、各無線局のホップ数情報取得手段11が、接続可能無線局にそのホップ数情報（ホップ数メッセージ、ホップ数タイミングメッセージ）を通知するように要求する信号を送信し、この要求信号を受信した接続可能無線局が自無線局のホップ数情報を応答する信号を要求した接続可能無線局へ送信し、この応答信号を受信した無線局が接続可能無線局のホップ数情報を取得するものである。

【0059】図12は、本発明の無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第3の実施形態を示す。図において、各無線局のホップ数情報取得手段11が接続可能無線局のホップ数情報を取得しようとする際には、まず周辺無線局へ向けてホップ数情報要求信号を同報的に送信する（h 1）。このホップ数情報要求信号を受信した周辺無線局は、受信レベルが閾値L以上で受信されるか否かを判断する（i 1）。受信レベルが閾値L以上でホップ数情報要求信号を受信した無線局は、送信元無線局に対する接続可能無線局となる（i 2）。なお、この閾値Lは、自無線局がこの信号を送信する無線局と接続できるか否かを判断する判断基準であり、具体的には接続可能無線局を選択する最低受信レベルである。

【0060】接続可能無線局のホップ数情報取得手段11は、送信元無線局に対して自無線局のホップ数情報を通知する応答信号を送信する（i 3）。なお、この応答信号は、ホップ数を組み込んだホップ数メッセージでもよいし、ホップ数に対応する送信タイミングで送信されるホップ数タイミングメッセージでもよい。

【0061】ホップ数情報要求信号を送信した無線局の

ホップ数情報取得手段11は、この応答信号を受信することにより、上記第1の実施形態または第2の実施形態に示す構成により、接続可能無線局の中から最小ホップ数の無線局を認識する（h 2）。

【0062】以上の処理により、各無線局は接続可能無線局の中からホップ数が最小の無線局を認識することができる。そして、この無線局を上位接続先無線局と選定する（図3のa 3）。接続可能無線局の中から1つの上位接続先無線局を選定できた無線局では、上位接続先無線局のホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数として認識し、ホップ数情報要求信号に応じて接続可能無線局がそのホップ数情報を同報的に応答する（図3のa 4）。

【0063】本実施形態では、各無線局がホップ数情報要求信号を受信したときのみ、ホップ数を知らせるメッセージを送信する。したがって、上記第1の実施形態または第2の実施形態のように、常時同報的にホップ数情報を知らせる信号を送信する必要がないので、トラヒックを抑えることが可能となる。

20 【0064】以上示した無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の実施形態は、マルチホップ無線ネットワーク内に新たに参入した新規無線局が、接続可能無線局のホップ数情報を取得しようとする際に適用することができる（請求項6，15）。これにより、新規無線局に対する上位接続先無線局が決まり、マルチホップ無線ネットワークへの参入が可能となる。また、マルチホップ無線ネットワークを構築した後に、所定のタイミングで各無線局が接続可能無線局のホップ数情報を取得しようとする際に適用してもよい。これにより、マルチホップ無線ネットワークの再構築が可能となる。以下、マルチホップ無線ネットワークの再構築における特徴的な処理手順について説明する。

【0065】（請求項7，16に記載の発明の実施形態）図13は、本発明の無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第4の実施形態を示す。図において、各無線局が上位接続先無線局を選定した後に（j 1）、ホップ数情報取得手段11が接続可能無線局の中からホップ数が最小となる無線局を再度認識する時間として、サーチ停止時間Tsを設定する（j 2）。次に、サーチ停止時間Tsが経過すると（j 3）、接続可能無線局の中からホップ数が最小となる無線局を再度認識する（j 4）。そして、再認識された最小ホップ数の無線局が、現在の上位接続先無線局と一致するか否かを判定する（j 5）。両者が一致している場合には、上位接続先無線局は変更せず、再びサーチ停止時間Tsの設定に戻る（j 2）。

【0066】一方、再認識された最小ホップ数の無線局と現在の上位接続先無線局が不一致の場合には、上位接続先無線局よりもホップ数が少ない接続可能無線局が出

現したことになる、上位接続先無線局を再認識された最小ホップ数の無線局に切り替える（j 6）。

【0067】なお、接続可能無線局の中から最小ホップ数の無線局を再認識する方法は、上記第1の実施形態～第3の実施形態に示した処理手順を採用する。また、上記第1の実施形態または第3の実施形態に示した処理手順を採用した場合には、再認識された最小ホップ数の無線局のホップ数と、現在の上位接続先無線局のホップ数を比較し、前者が小さい場合に上位接続先無線局を再認識された最小ホップ数の無線局に切り替えてもよい。

【0068】以上の処理により、各無線局は上位接続先無線局として常に接続可能無線局の中で最小ホップ数の無線局を選定することができる。したがって、本ネットワーク内に新規無線局が参入したときに、仮に新規無線局のホップ数が自無線局の上位接続先無線局のホップ数より小さい場合には、この無線局は自律的に上位接続先無線局を新規無線局に切り替えることができる。このように、本ネットワーク内に新規無線局が参入した場合や、無線局の移動などによって上位接続先無線局が変わるような場合でも、同様にホップ数最小のスター型マルチホップ無線ネットワークを再構築することができる。

【0069】（請求項8，17に記載の発明の実施形態）本実施形態は、マルチホップ無線ネットワークを構築後に、自無線局の移動や上位接続先無線局の移動や故障により、上位接続先無線局と接続できなくなった無線局において、新たな上位接続先無線局を選定することによりマルチホップ無線ネットワークの再構築を行うものである。なお、本実施形態では、各無線局が子無線局を認識しているものとする。具体的な認識方法としては、各無線局が上位接続先無線局を設定したときに、その旨を上位接続先無線局に知らせる方法や、子無線局からの信号を受信するときに子無線局を確認する方法などがある。

【0070】図14は、本発明の無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第5の実施形態を示す。図において、各無線局が上位接続先無線局を選定した後に、自無線局の移動や上位接続先無線局の移動や故障により上位接続先無線局と接続できなくなった場合には（k1）、この無線局は新たに上位接続先無線局を選定する（k2）。なお、無線局が上位接続先無線局と接続できなくなることを認識する方法は、上位接続先無線局からの報知メッセージが受信できないことや、通信信号を上位接続先無線局に送信したときにその応答信号が返ってこないことを認識すればよい。また、無線局が上位接続先無線局を選定する際には、上記各実施形態に示した方法をとることができる。ただし、子無線局からのホップ数情報を受信したときにはこれを破棄する（k2）。

【0071】以上の処理により、上位接続先無線局の移動や故障などによって上位接続先無線局と接続できなく

なった無線局は、子無線局を除いて上位接続先無線局を選定し、マルチホップ無線ネットワークの再構築を行うことができる。これにより、子無線局を上位接続先無線局として選定することによる生じる自無線局と子無線局間のループを回避することができる。また、各無線局は、さらに子無線局（以下「孫無線局」という）を新たな上位接続先無線局として選定することも考えられるが、接続可能無線局の中で最小ホップ数の無線局を上位接続先無線局と選定する本発明の構成では、自無線局と孫無線局は接続不可能でありその心配はない。すなわち、本実施形態では、各無線局が上位接続先無線局と接続できなくなっても、ループを防ぎながら新たな上位接続先無線局を選定し、正常な無線局間で自律的にマルチホップ無線ネットワークの再構築を行うことができる。

【0072】（請求項9，18に記載の発明の実施形態）本実施形態は、マルチホップ無線ネットワークを構築後に、自無線局の移動や上位接続先無線局の移動や故障により、上位接続先無線局と接続できなくなった無線局において、新たな上位接続先無線局を選定することによりマルチホップ無線ネットワークの再構築を行うものである。なお、本実施形態では、各無線局が子無線局を認識しているものとする。

【0073】図15は、本発明の無線局のホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第6の実施形態を示す。図15(a)は上位接続先無線局と接続不可になった無線局の処理手順であり、図15(b)は子無線局の処理手順である。

【0074】図において、各無線局が上位接続先無線局を選定した後に、自無線局の移動や上位接続先無線局の移動や故障により上位接続先無線局と接続できなくなった場合には（m1）、この無線局は子無線局に対して自無線局が上位接続先無線局と接続できなくなった旨の接続不可信号を送信する（m2）。そして、新たに上位接続先無線局を選定する（m3）。

【0075】一方、子無線局が、上位接続先無線局から接続不可信号を受信すると（n1）、同様にその子無線局に対して自無線局が上位接続先無線局と接続できなくなった旨の接続不可信号を送信する（n2）。そして、新たに上位接続先無線局を選定する（n3）。以下同様にして、上位接続先無線局から接続不可信号を受信した無線局は、その子無線局に対して接続不可信号を送信するとともに、新たな上位接続先無線局の選定を行う。なお、無線局が上位接続先無線局を選定する際には、上記各実施形態に示した方法をとることができる。

【0076】以上の処理により、無線局が上位接続先無線局の移動や故障などによって上位接続先無線局と接続できなくなった場合には、自無線局とともに、その子無線局、さらにその子無線局というように、自無線局の配下にあるすべての無線局が新たな上位接続先無線局を選定する処理を行う。これにより、マルチホップ無線ネッ

トワークの再構築を行うことができる。

【0077】図16は、第6の実施形態の具体的な動作例を示す。図において、当初のマルチホップ無線ネットワークは、無線局Ma-1, Ma, Ma+1, Ma+2 が順に接続されていたとする。ここで、無線局Ma-1 と無線局Ma が接続できなくなったとする。無線局Ma が無線局Ma-1 と接続できなくなると、無線局Ma およびその配下にある無線局Ma+1, Ma+2 も新たに上位接続先無線局を選定する。その結果、無線局Ma, Ma+2 は新たな上位接続先無線局を選定することができず、無線局Ma+1 のみが新たな上位接続先無線局Mbを選定できたとする。このとき、無線局Ma+1 のホップ数はb+1となり、Mb+1 と表記される。そして、無線局Ma, Ma+2 がそれぞれ新たな上位接続先無線局として無線局Mb+1を選定することにより、無線局Mb+2 としてマルチホップ無線ネットワークが再構築される。

【0078】このように、上位接続先無線局と接続できなくなった無線局だけが上位接続先無線局を新たに選定するだけでなく、その配下にあるすべての無線局で上位接続先無線局の選定をやり直すことにより、マルチホップ無線ネットワークのダイナミックな再構築が可能となる。

【0079】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のマルチホップ無線ネットワークおよび無線局は、接続可能無線局のホップ数情報を取得し（請求項3～6, 12～15）、接続可能無線局の中からホップ数が最小となる1つの無線局を上位接続先無線局と選定する（請求項1, 10）。また、上位接続先無線局を選定したときに、そのホップ数に1を加えたものを自無線局のホップ数とし、各接続可能無線局に対してホップ数情報を通知する（請求項2, 11）。これにより、各無線局は自律的に上位接続先無線局を選定することができるので、ホップ数最小のマルチホップ無線ネットワークを自律的に構築することができる。

【0080】また、各無線局が接続可能無線局の中で最小ホップ数の無線局を常に上位接続先無線局として選定することにより（請求項7, 16）、マルチホップ無線ネットワークの構築後に新たに参入する無線局があったり、無線局の移動などによって上位接続先無線局が変わるような場合でも、速やかにマルチホップ無線ネットワークの再構築を行うことができる。また、無線局が移動や故障などによりネットワークから離脱する場合には、この無線局を上位接続先無線局としていた無線局がループ構造を回避しながら新たな上位接続先無線局を自律的に選定することにより（請求項8, 17）、ループ構造が発生しないマルチホップ無線ネットワークを再構築することができる。また、離脱した無線局を上位接続先無線局としていた無線局だけでなく、その配下の無線局すべてが新たに上位接続先無線局を自律的に選定することに

より（請求項9, 18）、ダイナミックにマルチホップ無線ネットワークの再構築が可能になる。したがって、無線局の離脱に対するマルチホップ無線ネットワークの再構築のロバスト性を高めることができる。

【0081】以上により、本発明のマルチホップ無線ネットワークおよび無線局では、無線局の参入あるいは離脱にかかわらず、常に自律的に最小ホップ数の基地局を最上位局とするスター型マルチホップ無線ネットワークを構築することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】スター型マルチホップ無線ネットワークの構成例を示す図。

【図2】本発明のマルチホップ無線ネットワークを構成する無線局の実施形態を示すブロック図。

【図3】上位接続先無線局選定手段12の基本的な処理手順を示すフローチャート。

【図4】本発明の無線局によってマルチホップ無線ネットワークが構成される過程の一例を示す図。

20 【図5】信号転送手段13の基本的な処理手順を示すフローチャート。

【図6】基地局の通信エリア外の無線局から基地局まで信号が転送される様子を示す図。

【図7】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第1の実施形態を示すフローチャート。

【図8】基地局および各無線局のホップ数タイミグメッセージを送信するタイミングの一例。

30 【図9】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第2の実施形態を示すフローチャート。

【図10】第2の実施形態の具体的な動作を示す図。

【図11】第2の実施形態におけるホップ数情報の送信処理手順を示すフローチャート。

【図12】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第3の実施形態を示すフローチャート。

【図13】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第4の実施形態を示すフローチャート。

40 【図14】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第5の実施形態を示すフローチャート。

【図15】ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第6の実施形態を示すフローチャート。

【図16】第6の実施形態の具体的な動作例を示す図。

【符号の説明】

S 基地局

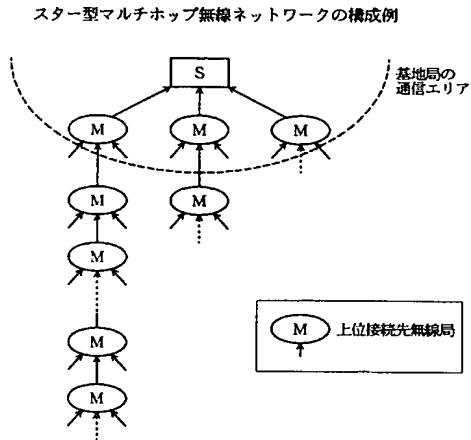
M 無線局

50 11 ホップ数情報取得手段

1 2 上位接続先無線局選定手段

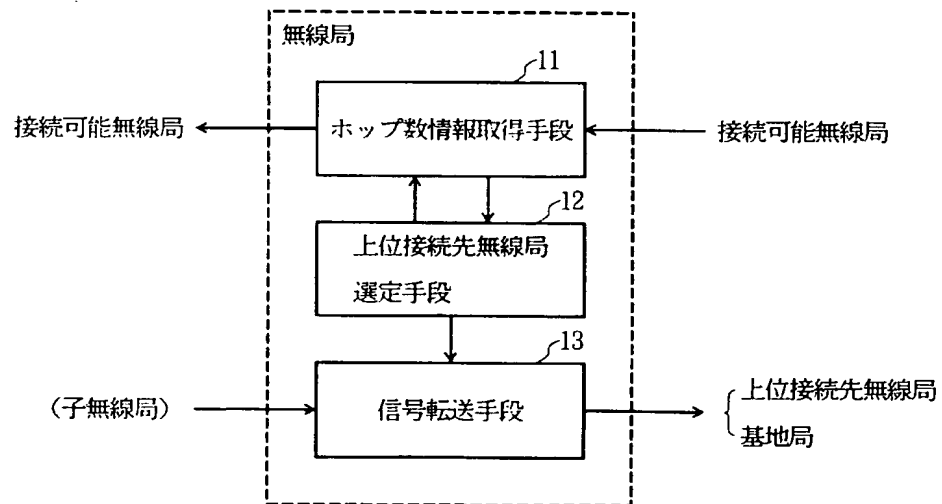
1 3 信号転送手段

【図 1】



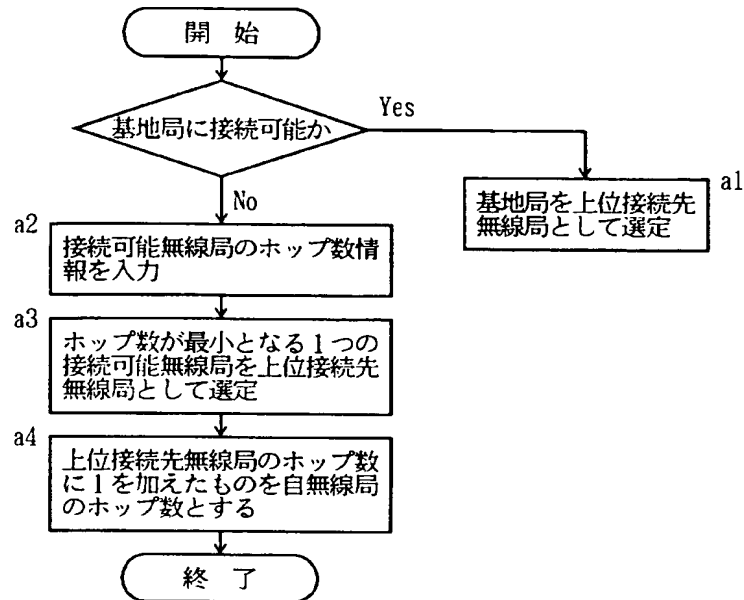
【図 2】

本発明のマルチホップ無線ネットワークを構成する無線局の実施形態



【図3】

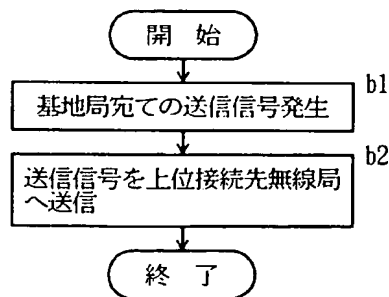
上位接続先無線局選定手段12の基本的な処理手順



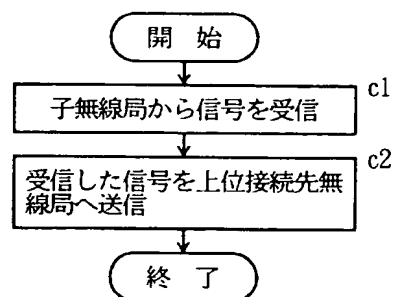
【図5】

信号転送手段13の基本的な処理手順

(a) 送信元無線局

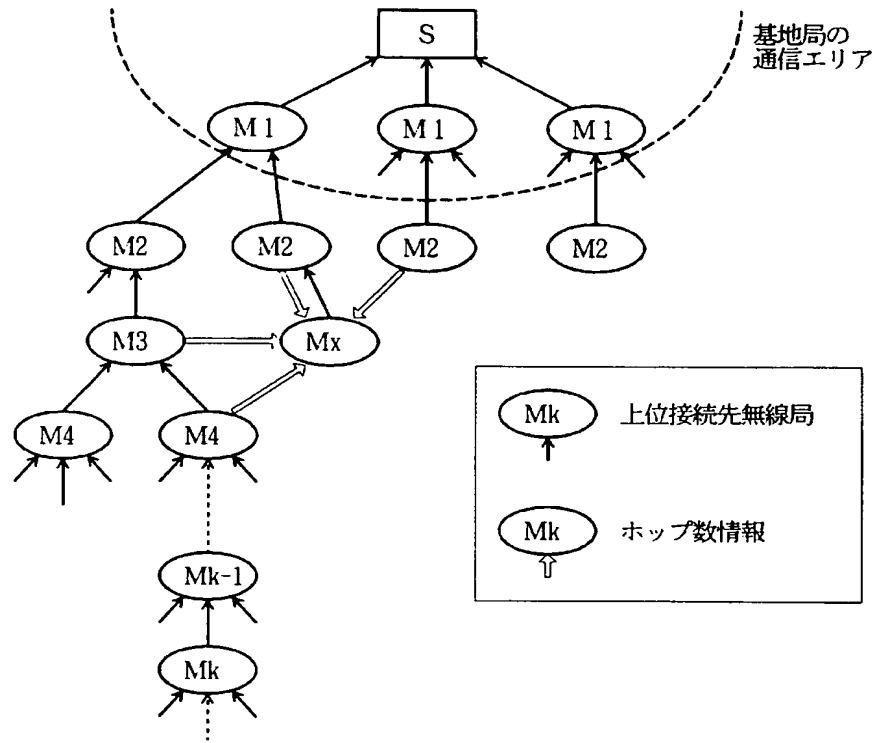


(b) 中継無線局



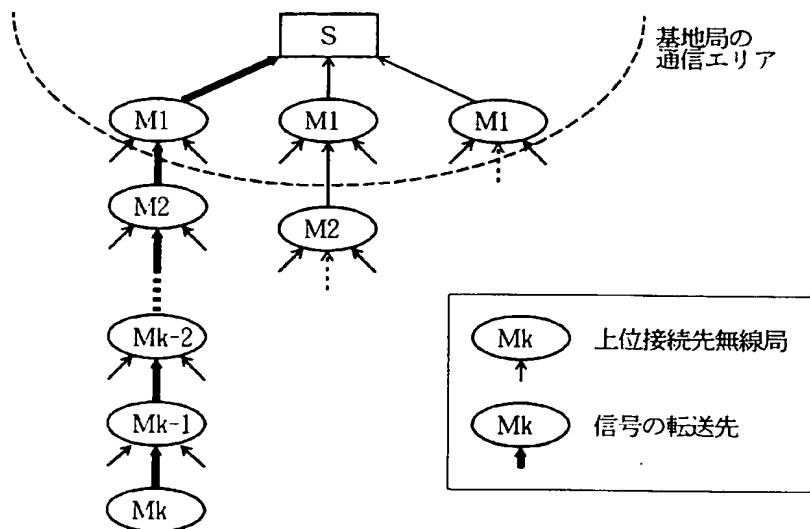
【図4】

本発明の無線局によってマルチホップ無線ネットワークが構成される過程の一例



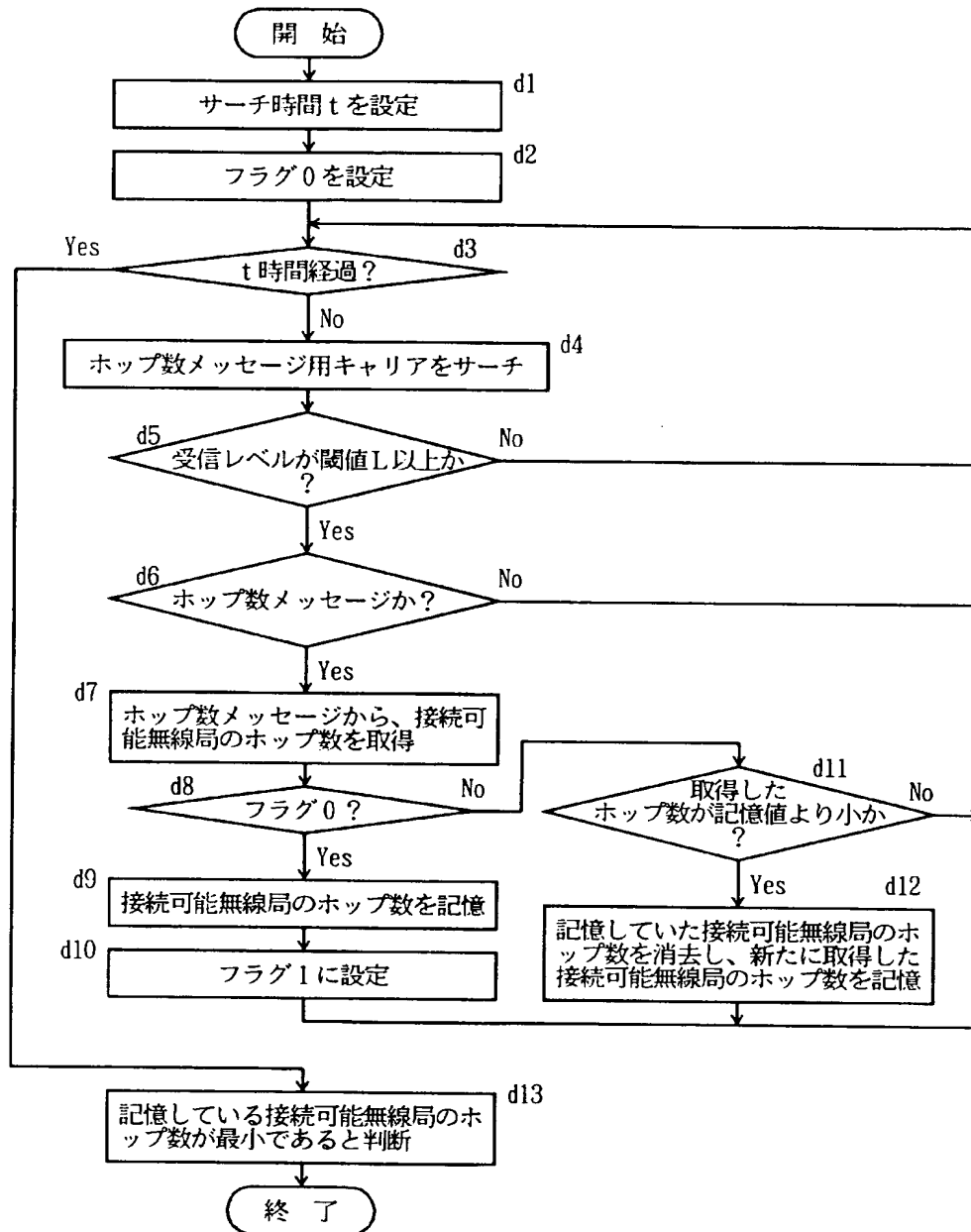
【図6】

基地局の通信エリア外の無線局から基地局まで信号が転送される様子



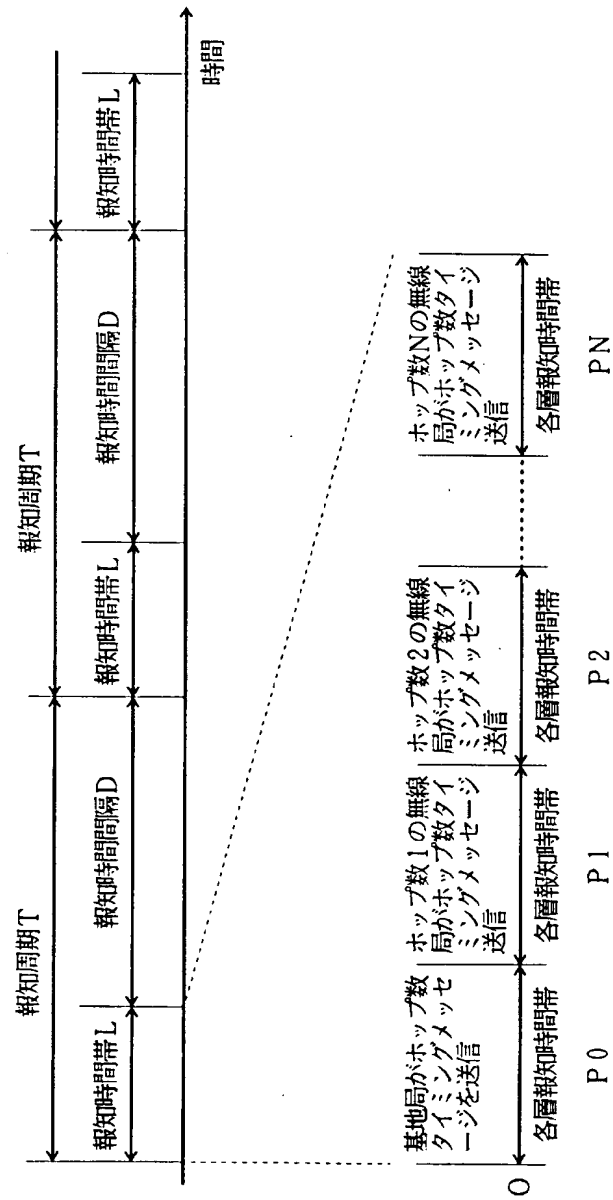
【図7】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第1の実施形態



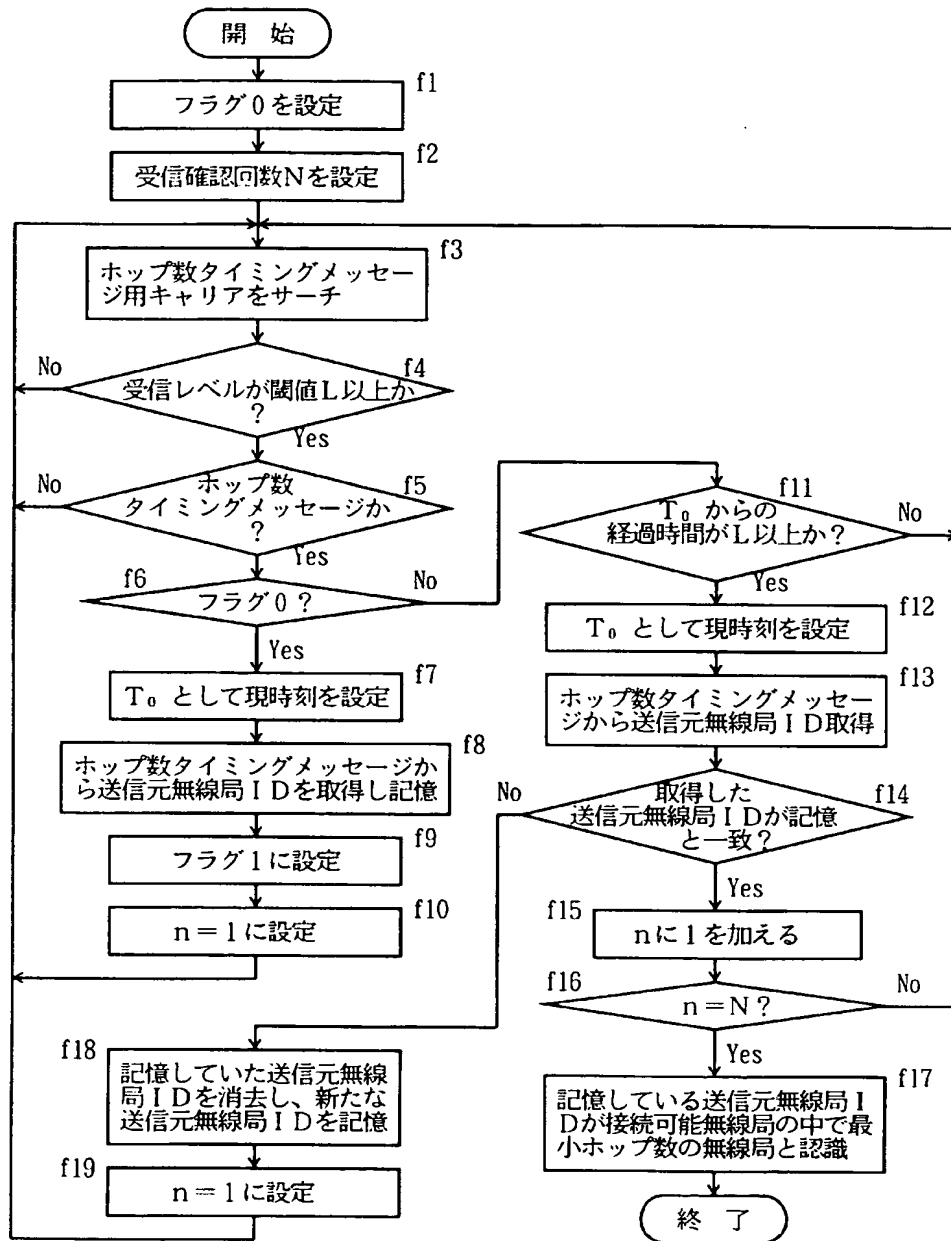
【図8】

基地局および各無線局のホップ数タイミングメッセージを送信するタイミングの一例



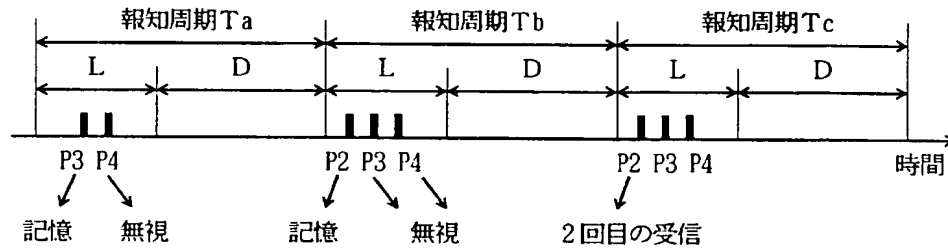
【図 9】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第2の実施形態



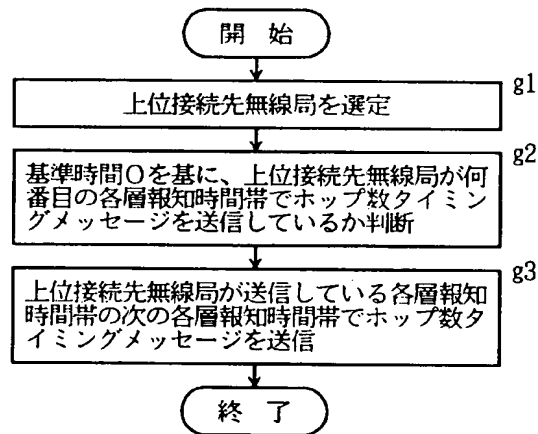
【図10】

第2の実施形態の具体的な動作例



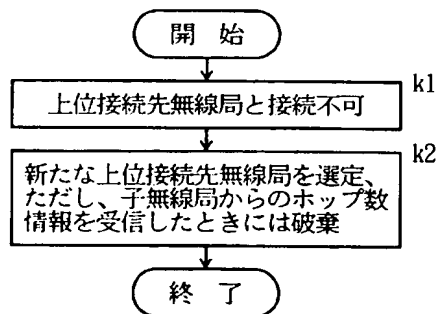
【図11】

第2の実施形態におけるホップ数情報の送信処理手順



【図14】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第5の実施形態

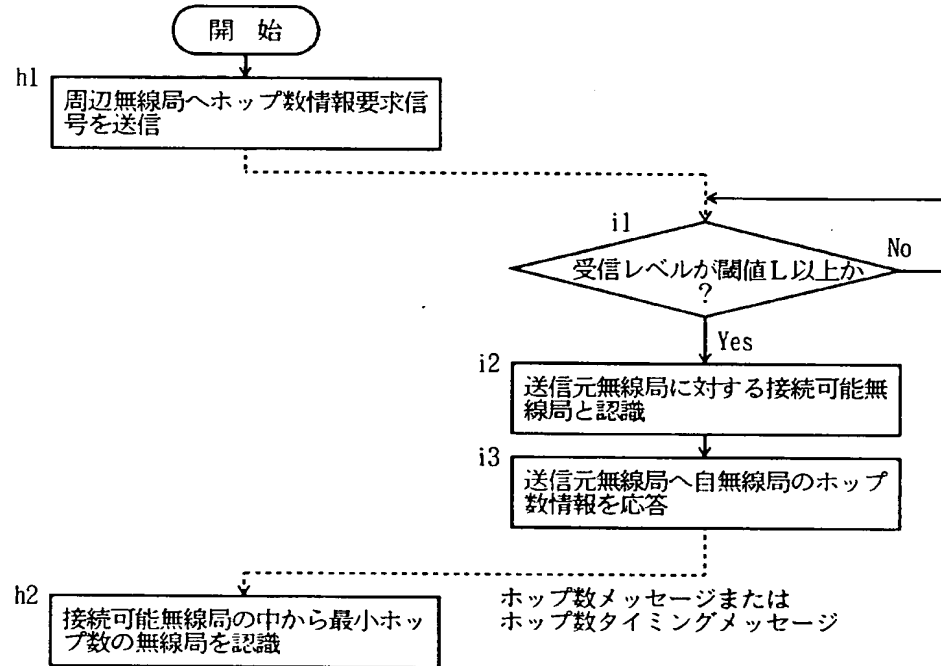


【図 12】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第3の実施形態

(ホップ数情報を取得しようとする無線局)

(接続可能無線局)

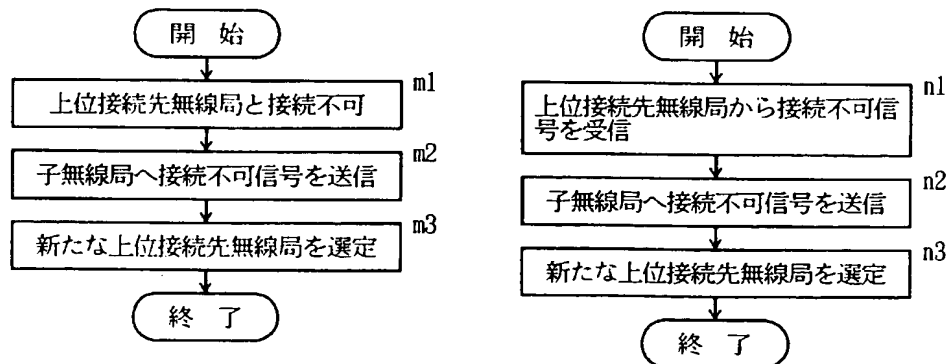


【図 15】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第6の実施形態

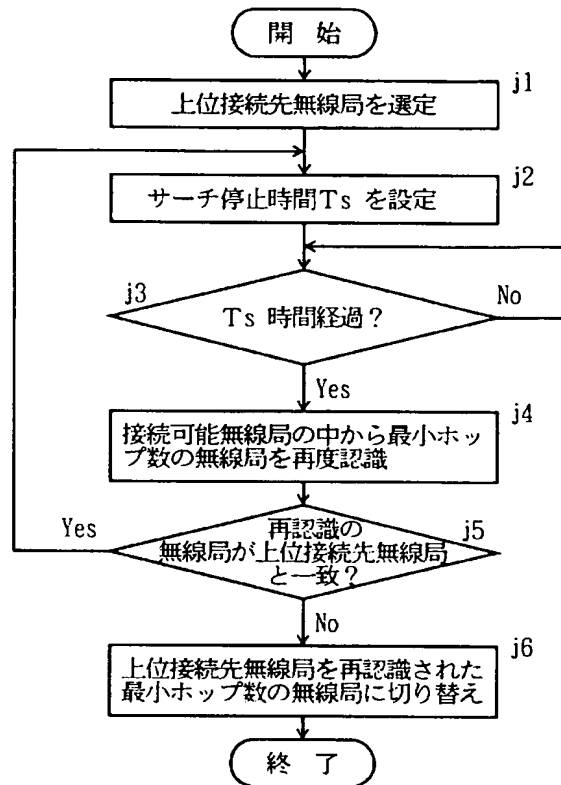
(上位接続先無線局と接続不可の無線局)

(子無線局)



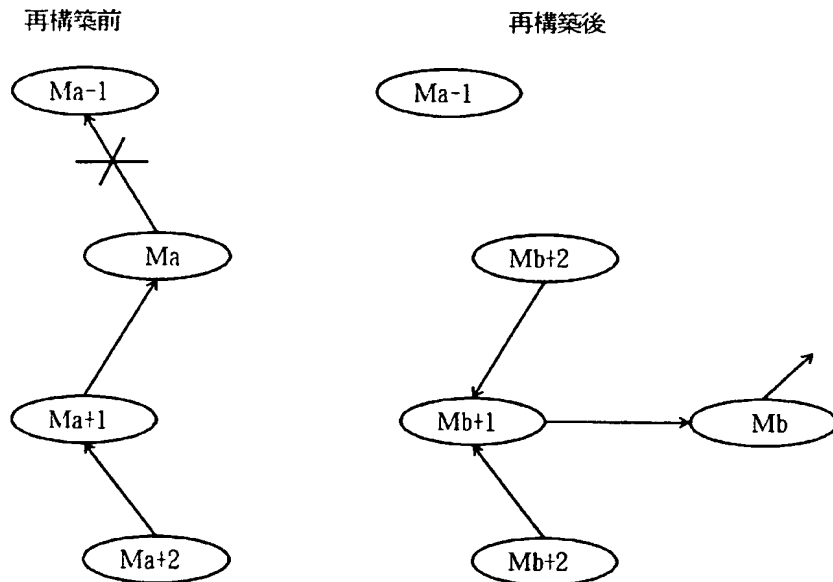
【図 13】

ホップ数情報取得手段11および上位接続先無線局選定手段12の処理手順の第4の実施形態



【図 16】

第 6 の実施形態の具体的な動作例



フロントページの続き

(72)発明者 大津 徹
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 工藤 栄亮
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 中津川 征士
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 渋谷 昭範
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 小川 智明
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 中山 正芳
東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K030 HC09 HC14 JA11 JL01 JT09
LB05 LD02
5K033 CB13 CC01 DA15 DA19 DB18
5K067 AA22 AA26 AA33 BB21 CC14
DD11 DD24 DD51 EE02 EE06
EE10 EE25 FF02 HH17 HH23
JJ41 KK15
9A001 CC05 CC08 DD10